

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-234341

(43)Date of publication of application : 31.08.2001

(51)Int.Cl. C23C 16/26
C01B 31/02
C23C 16/46
// B82B 3/00

(21)Application number : 2001-015874

(71)Applicant : LEE CHEOL JIN
ILJIN NANOTECH CO LTD

(22)Date of filing : 24.01.2001

(72)Inventor : LEE CHEOL JIN
YOO JAE-EUN

(30)Priority

Priority number : 2000 200003613
2000 200014247

Priority date : 26.01.2000
21.03.2000

Priority country : KR

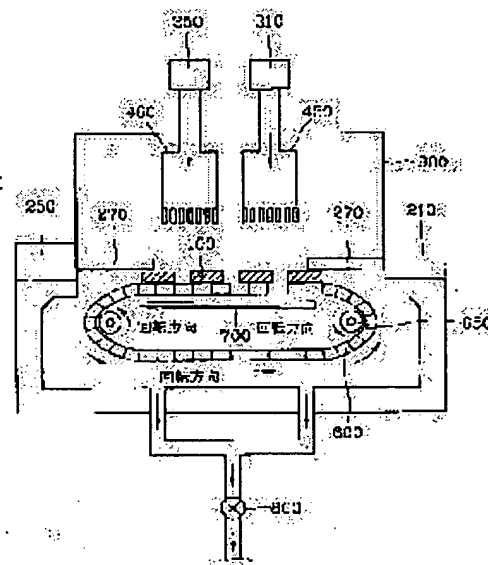
KR

(54) THERMOCHEMICAL VAPOR PHASE DEPOSITION SYSTEM AND METHOD FOR SYNTHESIZING CARBON NANOTUBE USING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a thermochemical vapor phase deposition system and to provide a synthesizing method for carbon nanotubes using the same.

SOLUTION: This thermochemical vapor phase deposition system contains a belt 600 rotating while being successively loaded with many substrates 100, a rotary part 650 for rotating the belt 600, a loading part 210 for successively loading the substrates 100 onto the belt 600, a recovering part 250 set oppositely to the loading part 210 and recovering the substrates 100 transported by the rotation of the belt 600, first and second reaction gas feeding parts 450 and 460 for feeding reaction gas for synthesizing carbon nanotubes onto the substrates 100 moving along the belt 600, a substrate heating part 700 for heating the substrates 100 loaded on the belt 600 for the thermal reaction of the reaction gas and a fan as a part for exhausting the reaction gas.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 26.01.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 11.03.2003

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-234341

(P2001-234341A)

(43) 公開日 平成13年8月31日 (2001.8.31)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード [*] (参考)
C 2 3 C 16/26		C 2 3 C 16/26	
C 0 1 B 31/02	1 0 1	C 0 1 B 31/02	1 0 1 F
C 2 3 C 16/46		C 2 3 C 16/46	
// B 8 2 B 3/00		B 8 2 B 3/00	

審査請求 有 請求項の数20 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2001-15874(P2001-15874)
(22) 出願日 平成13年1月24日 (2001.1.24)
(31) 優先権主張番号 2 0 0 0 P 3 6 1 3
(32) 優先日 平成12年1月26日 (2000.1.26)
(33) 優先権主張国 韓国 (K R)
(31) 優先権主張番号 2 0 0 0 P 1 4 2 4 7
(32) 優先日 平成12年3月21日 (2000.3.21)
(33) 優先権主張国 韓国 (K R)

(71) 出願人 500273931
李 鉄真
大韓民国全羅北道群山市羅雲2洞現代3次
アパート304棟1004号
(71) 出願人 500184372
株式会社日進ナノテック
大韓民国ソウル特別市麻浦区桃花洞50-1
番地
(72) 発明者 李 鉄真
大韓民国全羅北道群山市羅雲2洞現代3次
アパート304棟1004号
(74) 代理人 100093779
弁理士 服部 雅紀

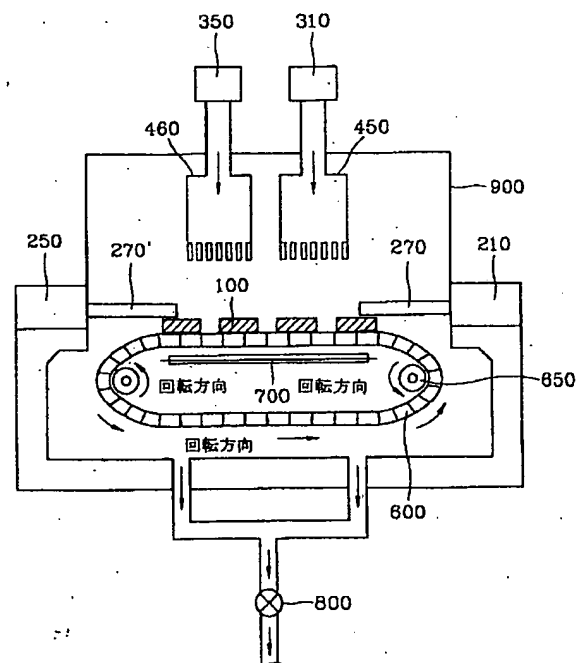
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 熱化学気相蒸着装置及びこれを用いた炭素ナノチューブの合成方法

(57) 【要約】

【課題】 熱化学気相蒸着装置及びこれを用いた炭素ナノチューブの合成方法を提供する。

【解決手段】 熱化学気相蒸着装置は、多数の基板100が順次に載置されつつ回転するベルト600と、ベルト600を回転させる回転部650と、ベルト600上に基板100を順次に載置する積載部210と、積載部210に対向して設置され、ベルト600の回転によって移動した基板100を回収する回収部250と、ベルト600に沿って移動する基板100上に炭素ナノチューブを合成させるための反応ガスを供給する第1、第2反応ガス供給部450、460と、ベルト600上に載置された基板100を反応ガスの熱的反応のために加熱する基板加熱部700と、反応ガスを排気する排気部としてのファン800を含む。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の基板が順次に載置されつつ回転するベルトと、

前記ベルトを回転させる回転部と、

前記ベルトの上に前記基板を順次に載置する積載部と、

前記積載部に対向して設置され、前記ベルトの回転によって移動した基板を回収する回収部と、

前記ベルトに沿って移動する基板上に炭素ナノチューブを合成させるための反応ガスを供給する反応ガス供給部と、

前記ベルトの上に載置された基板を前記反応ガスの熱的反応のために加熱する基板加熱部と、
前記反応ガスを排気する排気部とを備えることを特徴とする熱化学気相蒸着装置。

【請求項2】 前記反応ガス供給部は、
前記ベルトの上に載置された基板に第1反応ガスを供給する第1反応ガス供給部と、

前記第1反応ガス供給部の後に設けられ、前記ベルトの回転によって移動する基板上に前記第1反応ガスが反応した後、第2反応ガスを供給する第2反応ガス供給部とを有することを特徴とする請求項1に記載の熱化学気相蒸着装置。

【請求項3】 前記基板加熱部は、
前記第1反応ガス供給部に対向する前記ベルトの領域を700から1100℃程度の温度条件で加熱し、
前記第2反応ガス供給部に対向する前記ベルトの領域を500から1100℃程度の温度条件で加熱することを特徴とする請求項2に記載の熱化学気相蒸着装置。

【請求項4】 前記基板は、表面に触媒として用いられる遷移金属膜を含み、

前記第1反応ガスは、前記遷移金属膜を微細グレーンに蝕刻するアンモニアガスであり、

前記第2反応ガスは、アセチレンガス、メタンガス、プロパンガスまたはエチレンガスのいずれかの炭化ガスであるか、あるいは前記炭化ガスにアンモニアガスまたは水素ガスを混合したガスであることを特徴とする請求項2に記載の熱化学気相蒸着装置。

【請求項5】 前記積載部及び前記回収部は、前記基板を取って移動させるロボットアームを有することを特徴とする請求項1に記載の熱化学気相蒸着装置。

【請求項6】 複数の基板が順次に載置されつつ回転するベルトと、

前記ベルトを回転させる回転部と、

前記ベルトの上に前記基板を順次に載置する積載部と、

前記積載部に対向して設置され、前記ベルトの回転によって移動した基板を回収する回収部と、

前記ベルトに沿って移動する基板上に炭素ナノチューブを合成させるための反応ガスを供給する反応ガス供給部と、

前記反応ガス供給部の周囲に設置され、前記反応ガス供

給部を通過する反応ガスを加熱する反応ガス加熱部と、
前記ベルトの上に載置された基板を加熱する基板加熱部と、

前記反応ガスを排気する排気部とを備えることを特徴とする熱化学気相蒸着装置。

【請求項7】 前記反応ガス供給部は、
前記ベルトの上に載置された基板に第1反応ガスを供給する第1反応ガス供給部と、

前記第1反応ガス供給部の後に設けられ、前記ベルトの回転によって移動する基板上に前記第1反応ガスが反応した後、第2反応ガスを供給する第2反応ガス供給部とを有することを特徴とする請求項6に記載の熱化学気相蒸着装置。

【請求項8】 前記反応ガス加熱部は、
前記第1反応ガス供給部の周囲に設置される第1反応ガス加熱部と、
前記第2反応ガス供給部の周囲に設置される第2反応ガス加熱部とを有することを特徴とする請求項7に記載の熱化学気相蒸着装置。

【請求項9】 前記第1反応ガス加熱部は、前記第1反応ガス供給部を通過する第1反応ガスを700から1100℃の温度条件で加熱し、
前記第2反応ガス加熱部は、前記第2反応ガス供給部を通過する第2反応ガスを500から1100℃の温度条件で加熱し、

前記基板加熱部は、400から600℃程度の温度条件で前記ベルトの上の基板を加熱することを特徴とする請求項8に記載の熱化学気相蒸着装置。

【請求項10】 前記基板は、表面に触媒として用いられる遷移金属膜を含み、

前記第1反応ガスは、前記遷移金属膜を微細グレーンに蝕刻するアンモニアガスであり、

前記第2反応ガスは、アセチレンガス、メタンガス、プロパンガスまたはエチレンガスのいずれかの炭化ガスであるか、あるいは前記炭化ガスにアンモニアガスまたは水素ガスを混合したガスであることを特徴とする請求項7に記載の熱化学気相蒸着装置。

【請求項11】 回転するベルト上に積載部によって複数の基板を順次に載置する段階と、

回転部によって前記ベルトを回転させ、前記載置された基板を順次に移動させる段階と、

前記ベルトの上に載置された基板を加熱部によって加熱し、反応ガス供給部から反応ガスを前記移動する基板上に供給し、前記移動する基板上に炭素ナノチューブを合成させる段階と、

前記炭素ナノチューブの合成された基板を前記積載部に対向して設置される回収部で順次に回収する段階とを含むことを特徴とする炭素ナノチューブの合成方法。

【請求項12】 前記基板の上に触媒として用いられる遷移金属膜を形成する段階をさらに含むことを特徴とす

る請求項11に記載の炭素ナノチューブの合成方法。

【請求項13】 前記遷移金属膜は、コバルト、ニッケル、鉄、イットリウム、コバルト-ニッケル合金、コバルト-鉄合金、ニッケル-鉄合金、コバルト-ニッケル-鉄合金、コバルト-ニッケル-イットリウム合金またはコバルト-イットリウム合金のいずれかよりなることを特徴とする請求項12に記載の炭素ナノチューブの合成方法。

【請求項14】 前記炭素ナノチューブを合成する段階は、
前記移動する基板上に前記反応ガス供給部の第1反応ガス供給部を通じて第1反応ガスを供給し、前記遷移金属膜を微細グレーンに蝕刻する段階と、
前記第1反応ガスの供給後、前記ベルトの回転によって移動する基板上に前記炭素ナノチューブの合成のための炭化ガスである第2反応ガスを前記反応ガス供給部の第2反応ガス供給部を通じて供給する段階とを含むことを特徴とする請求項12に記載の炭素ナノチューブの合成方法。

【請求項15】 前記第1反応ガスは、アンモニアガスであり、
前記第2反応ガスは、アセチレンガス、メタンガス、プロパンガスまたはエチレンガスのいずれかの炭化ガスであるか、あるいは前記炭化ガスにアンモニアガスまたは水素ガスを混合したガスであることを特徴とする請求項14に記載の炭素ナノチューブの合成方法。

【請求項16】 前記第1反応ガスが供給される前記ベルト上の領域は、前記加熱部によって700から1100℃の温度条件で加熱され、
前記第2反応ガスが供給される前記ベルト上の領域は、前記加熱部によって500から1100℃の温度条件で加熱されることを特徴とする請求項14に記載の炭素ナノチューブの合成方法。

【請求項17】 回転するベルト上に積載部によって複数の基板を順次に載置する段階と、
回転部によって前記ベルトを回転させ、前記載置された基板を順次に移動させる段階と、
前記ベルトの上に載置された基板を加熱部によって加熱し、反応ガス供給部の周囲に設置される反応ガス加熱部によって前記反応ガス供給部を通過しつつ加熱された反応ガスを前記移動する基板上に供給し、前記移動する基板上に炭素ナノチューブを合成させる段階と、
前記炭素ナノチューブの合成された基板を前記積載部に対向して設置される回収部で順次に回収する段階とを含むことを特徴とする炭素ナノチューブの合成方法。

【請求項18】 前記基板の上に触媒として用いられる遷移金属膜を形成する段階をさらに含むことを特徴とする請求項17に記載の炭素ナノチューブの合成方法。

【請求項19】 前記炭素ナノチューブを合成する段階は、前記反応ガス供給部の第1反応ガス供給部の周囲に

設置される前記反応ガス加熱部の第1反応ガス加熱部によって加熱される第1反応ガスを前記第1反応ガス供給部を通じて前記移動する基板上に供給し、前記遷移金属膜を微細グレーンに蝕刻する段階と、

前記第1反応ガスの供給後、前記反応ガス供給部の第2反応ガス供給部の周囲に設置される前記反応ガス加熱部の第2反応ガス加熱部によって加熱された前記炭素ナノチューブの合成のための炭化ガスである第2反応ガスを前記ベルトの回転によって移動する基板上に前記第2反応ガス供給部を通じて供給する段階とを含むことを特徴とする請求項18に記載の炭素ナノチューブの合成方法。

【請求項20】 前記第1反応ガス加熱部は、前記第1反応ガス供給部を通過する第1反応ガスを700から1100℃の温度条件で加熱し、

前記第2反応ガス加熱部は、前記第2反応ガス供給部を通過する第2反応ガスを500から1100℃の温度条件で加熱し、

前記加熱部は、400から600℃程度の温度条件で前記ベルトの上の基板を加熱することを特徴とする請求項19に記載の炭素ナノチューブの合成方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は炭素ナノチューブ(carbon nanotubes)合成に関し、特に大面積基板を用いて炭素ナノチューブを大量合成するのに用いられる熱化学気相蒸着装置及びこれを用いた炭素ナノチューブの合成方法に関する。

【0002】

【従来の技術】炭素ナノチューブは、微視的には1つの炭素原子に隣接する3つの炭素原子が結合されており、このような炭素原子間の結合によって六角環状となり、このような六角環状が蜂の巣状の円筒状またはチューブ状をなすものとして知られている。一般に、前記炭素ナノチューブはその直径が数Åから数十nmであり、その長さが直径の数十倍から数千倍以上に長い特性を有すると知られている。このような炭素ナノチューブはその構造によって金属のような電気的導体(Armchair構造)の特性を示したり、半導体(Zigzag構造)的な特性を示したりする。また、炭素ナノチューブはその形によって単一壁ナノチューブ(single-wall nanotube)、多重壁ナノチューブ(multi-wall nanotube)、または縄状ナノチューブ(rope nanotube)に分けられる。このような炭素ナノチューブは電気的特性に優れ、機械的強度が大きく、化学的にも安定した物質として評価されており、電子情報産業分野でその応用が大きく期待されている。

【0003】最近、このような炭素ナノチューブ合成に関する多様な方法が提案されており、このような方法を実現させるために様々な装置が提示されている。例えば、電気放電装置(arc discharge system)、レーザー

蒸着装置 (laser evaporation system)、熱化学気相蒸着装置 (thermal chemical vapor deposition system)、プラズマ化学気相蒸着装置などが提示されている。この中、熱化学気相蒸着装置は主に石英チューブ内に基板を入れた後、高温で反応ガスを反応させて炭素ナノチューブを基板上に合成するのに用いられている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】本発明が解決しようとする課題は、多数の面積基板上に炭素ナノチューブを連続的に合成するのに用いられる熱化学気相蒸着装置を提供することにある。本発明が解決しようとする他の課題は、前記熱化学気相蒸着装置を用いて多数の面積基板上に炭素ナノチューブを連続的に合成する方法を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決するための本発明の熱化学気相蒸着装置は、多数の基板が順次に載置されつつ回転するベルトと、前記ベルトを回転させる回転部と、前記ベルト上に前記基板を順次に載置する積載部と、前記積載部に対向して設置され、前記ベルトの回転によって移動した前記基板を回収する回収部と、前記ベルトに沿って移動する前記基板上に炭素ナノチューブを合成させるための反応ガスを供給する反応ガス供給部と、前記反応ガスの熱的反応のために前記ベルト上に載置された前記基板を加熱する基板加熱部と、反応ガスを排気する排気部とを備える。

【0006】ここで、前記反応ガス供給部は、前記ベルト上に載置された前記基板に第1反応ガスを供給する第1反応ガス供給部と、前記第1反応ガス供給部の後に設けられて前記第1反応ガスが反応した後、前記ベルトの回転によって移動する前記基板上に第2反応ガスを供給する第2反応ガス供給部とを含む。前記基板加熱部は、前記第1反応ガス供給部に対向する前記ベルトの領域を700から1100℃程度の温度条件で加熱し、前記第2反応ガス供給部に対向する前記ベルトの領域を500から1100℃程度の温度条件で加熱する。

【0007】また、前記基板は、表面に触媒として用いられる遷移金属膜を含み、第1反応ガスは前記遷移金属膜を微細グレーンに蝕刻するアンモニアガスであり、前記第2反応ガスはアセチレンガス、メタンガス、プロパンガスまたはエチレンガスの炭化ガスであるか、あるいは前記炭化ガスにアンモニアガスまたは水素ガスを混合したガスである。

【0008】また、かかる熱化学気相蒸着装置は、別に前記反応ガス供給部の周囲に設置されて前記反応ガス供給部を通過する反応ガスを加熱する反応ガス加熱部を含むことができる。この場合、前記反応ガス加熱部の第1反応ガス加熱部は700から1100℃の温度条件で加熱し、前記反応ガス加熱部の第2反応ガス加熱部は500から1100℃の温度条件で加熱し、前記基板加熱部

は400から600℃程度の温度条件で加熱しうる。

【0009】

【発明の実施の形態】以下、添付した図面に基づいて本発明の実施例を詳しく説明する。しかし、本発明の実施例は多様な他の形に変形でき、本発明の範囲が後述する実施例によって限定されるものと解釈されてはならない。本発明の実施例は当業者に本発明をさらに完全に説明するために提供されるものである。したがって、図面における要素の形状等はより明確な説明を強調するために誇張されたものであり、図面上に同じ符号で表した要素は同じ要素を意味する。

【0010】以下、本発明をさらに具体的にするために図面及びこれを引用する本発明の実施例について説明する。図1は、本発明の望ましい第1実施例による熱化学気相蒸着装置及びこれを用いた炭素ナノチューブの合成方法を説明するために熱化学気相蒸着装置を概略的に示す図面である。

【0011】図1を参照すれば、本発明の第1実施例による熱化学気相蒸着装置は、面積の基板100が数多く載置された回転するベルト600を含む。ベルト600は多数枚の面積プレートが連結された形になっても良い。このようなベルト600はモーターに連結された回転軸のような回転部650によって一定の方向に回転しつつ、載置された基板100を移動させる。

【0012】ベルト600の一端部の近傍には積載部210が設置される。積載部210に含まれたロボットアーム270は回転するベルト600上に基板100を順次に載置する役割をする。ベルト600の他端部の近傍には回収部250が設置される。回収部250に含まれたロボットアーム270'は、ベルト600に載せられて移動した基板100を順次に回収する役割をする。

【0013】積載部210からベルト600上に載せられて移動する基板100上に炭素ナノチューブを合成するのに用いられる反応ガスを供給する反応ガス供給部450、460は移動する基板100上に対向して設けられる。反応ガス供給部450、460はノズルなどの形状を有し、ベルト600上で移動する基板100上に反応ガスを供給する役割をする。

【0014】反応ガス供給部450、460は炭素ナノチューブの合成に必要な数備えられる。例えば、第1反応ガス供給部450が前の位置に導入され、第2反応ガス供給部460が後の位置に導入され、第1反応ガス供給部450には第1反応ガス容器310が連結され、第2反応ガス供給部460には第2反応ガス容器350が連結されうる。これにより、ベルト600上で移動する基板100は、前記第1反応ガス供給部450の導入領域を経ながら第1反応ガスを供給され、前記第2反応ガス供給部460の導入領域を経ながら第2反応ガスを供給される。一方、基板100を移動させるベルト600の下部には基板100または基板100に隣接する領域

を加熱する基板加熱部700が導入される。このような基板加熱部700は移動中の基板100上に供給される反応ガスが基板100上で反応できる温度条件を提供する役割をする。このような基板加熱部700はベルト600の領域に応じて各々他の温度条件で加熱しうる。例えば、基板加熱部700は第1反応ガス供給部450に対向する領域では700から1100℃程度の温度が保たれるように加熱する。そして、基板加熱部700は第2反応ガス供給部460に対向する領域では500から1100℃程度の温度が保たれるように加熱する。この

ような温度条件は後述するが、炭素ナノチューブを合成するのに必要な温度範囲に該当する。
【0015】一方、ベルト600の下段には、基板100上に炭素ナノチューブを合成または成長させるのに消耗されず/残留した反応ガスを排気する排気口が設けられ、このような排気口にはファン800が設けられて排気作用を図ることができる。そして、このようなベルト600、反応ガス供給部450、460は全て外装材、例えばチャンバ900内に設けられ、このようなチャンバ900は常圧または常圧より低圧に保たれる。しかし、工程の便宜上、常圧でチャンバ900を保つことができる。

【0016】前述したような本発明の第1実施例による熱化学気相蒸着装置の動作及び利用方法を、基板100上への炭素ナノチューブの合成方法を説明することによってさらに具体的に説明する。再び図1を参照すれば、大面積の基板100は予め表面に遷移金属膜（図示せず）を含みうる。このような遷移金属膜は炭素ナノチューブ合成において触媒として用いられる。したがって、遷移金属膜は熱蒸着、スパッタリング、イオンビーム蒸着法などからなり、3から200nm程度、望ましくは3から50nm程度の厚さに形成しうる。この際、遷移金属膜はコバルト、ニッケル、鉄、イットリウム、コバルト-ニッケル合金、コバルト-鉄合金、ニッケル-鉄合金、コバルト-ニッケル-鉄合金、コバルト-ニッケル-イットリウム合金またはコバルト-イットリウム合金のような遷移金属よりなりうる。

【0017】一方、基板100は必要に応じて多様な材質からなりうる。例えば、ガラス、アルミナまたはシリコンからなり、大面積にしうる。このように用意された基板100を積載部210に多数枚積載する。積載部210のロボットアーム270によって、用意された基板100は回転するベルト600上に順次に載せられる。ベルト600の回転によって基板100は移動する。

【0018】一方、第1反応ガス供給部450は第1反応ガス容器310に用意されるアンモニアガスを、第1反応ガス供給部450の下部を通る基板100上に供給する。このようなアンモニアガスは、前記基板100上に存在する遷移金属膜の蝕刻のためのガスとして導入される。この際、水素ガスを供給しても良い。遷移金属膜

は、前述したように供給されるアンモニアガスによって微細なグレーン（fine grain）に蝕刻される。具体的に、第1反応ガス供給部450の下部領域またはこのような領域を通る基板100は実質的にベルト600の下部に導入される基板加熱部700によって700から1100℃、望ましくは800から900℃程度の温度範囲で加熱される。このような温度条件に保たれる前記領域または基板100上に供給されるアンモニアガスは、熱的に活性化（activation）または分解（decomposition）されて前記遷移金属膜を微細なグレーンに蝕刻することになる。このようなアンモニアガスは80から1000SCCM（Standard Cubic Centimeters per Minute）程度の流量を供給しうる。

【0019】したがって、前記第1反応ガス供給部450を経た基板100の表面には遷移金属の微細なグレーンが存在することになる。このような基板100がベルト600の回転によって第2反応ガス供給部460に対向する領域に達すると、基板100上には第2反応ガス、例えば炭化ガスが供給される。このような第2反応ガス供給部460に対向する領域は基板加熱部700によって500から1100℃程度の温度条件で保たれているので、このような炭化ガスは分解されて炭素ソースを基板100上に提供し、炭素ソースは遷移金属の微細なグレーン上で炭素ナノチューブに合成される。これにより、基板100上には炭素ナノチューブが垂直に配向して合成され成長する。前記炭化ガスとしてはアセチレンガス、メタンガス、プロパンガスまたはエチレンガスのような炭素を提供しうるガスが用いられ、前記第2反応ガス供給部460を通じて20から1000SCCM程度の流量で供給しうる。また、このような炭化ガスにアンモニアガスまたは/及び水素ガスをさらに含めて前記第2反応ガス供給部460に供給しうる。この際、炭素ガス：水素ガスまたはアンモニアガスの混合比は約1：1、1：2、1：3または1：4である。

【0020】表面上に炭素ナノチューブの合成された基板100はベルト600の回転によって移動し、隣接する回収部250のロボットアーム270によって回収される。前述したような一連の工程は、ベルト600の回転によって大面積の基板100が順次に移動することによって可能となる。前述したような本発明の第1実施例による熱化学気相蒸着装置を用いて炭素ナノチューブを合成すれば、多数の大面積の基板100上に順次かつ連続的に炭素ナノチューブを合成しうる。すなわち、極めて短時間内に基板100上に垂直に整列された炭素ナノチューブを大量合成しうる。

【0021】図2は本発明の望ましい第2実施例による熱化学気相蒸着装置及びこれを用いた炭素ナノチューブの合成方法を説明するために熱化学気相蒸着装置を概略的に示す図面である。以下、第2実施例の説明において第1実施例の説明と同じ部材番号は同じ部材を意味す

る。図2を参照すれば、本発明の第2実施例による熱化学気相蒸着装置は図1の第1実施例の熱化学気相蒸着装置とは異なり、第1反応ガス供給部450、例えばノズルなどの周囲に第1反応ガス加熱部510が、第2反応ガス供給部460の周囲に第2反応ガス加熱部550が各々導入される。このような反応ガス加熱部510、550は反応ガス供給部450、460を通過する反応ガスを加熱して活性化するか分解する役割をする。

【0022】このような本発明の第2実施例による熱化学気相蒸着装置の構成、動作及び利用方法、ならびにこれを以て炭素ナノチューブを基板100上に合成する方法を具体的に説明する。再び図2を参照すれば、第1実施例の説明のように表面に遷移金属膜（図示せず）が用意された基板100を積載部210に多数枚積載する。この際、大面積の基板100は前述したようにガラスまたはシリコン、アルミナ等からも構成できるが、本発明の第2実施例では基板100がガラスからなる場合を例とする。大面積の基板100がガラスからなる場合、FED（Field Emitting Device）またはVFD（Vacuum Fluorescence Display）または白色光源のような素子を形成するのにかかる基板100が用いられる。すなわち、前記基板100はガラスからなるので、前記ディスプレイ及び素子のための既知の真空実装工程に適用しう

る。【0023】ところが、このようなガラス基板100、特に、ディスプレイに主に使われるガラス基板100は融点が約550℃程度で低いと知られており、これにより第1実施例の説明のように基板加熱部700によって700から1100℃程度で加熱された場合、基板100自体が溶けてしまうという不良が発生しうる。第2実施例ではこれを防止するために、ベルト600の下に導入される基板加熱部700は400から600℃、望ましくは500から550℃程度の温度条件でベルト600上の領域またはこのような領域を通る基板100を加熱する。これにより、炭素ナノチューブの合成中にガラス基板100が溶ける等の問題は解決しうる。

【0024】しかし、前述したように蝕刻ガスとして使われるアンモニアガスまたは炭素ソースの提供のためのアセチレンガスなどの熱的分解のためには約700℃以上の温度条件が要求されると知られている。このために、第2実施例では反応ガス加熱部510、550が導入される。すなわち、第1反応ガス加熱部510は第1反応ガス供給部450を通過する第1反応ガス、例えば、アンモニアガスまたは水素ガスを700から1100℃、望ましくは800から900℃程度の温度条件で加熱する。これにより、アンモニアガスは熱的分解され、該熱的分解された反応種は第1反応ガス供給部450の下部を通る基板100上に供給される。前述のアンモニアガスのような蝕刻ガスの熱的分解は実質的に第1反応ガス供給部450内で発生しうる。

【0025】このように熱的分解されたアンモニアガス、すなわち反応種は基板100上に用意された遷移金属膜を蝕刻して、触媒として作用する微細グレーンを基板100の表面に形成する。このように、基板100の周囲の温度条件が基板加熱部700によって実質的に約550℃程度に保たれても、既に熱的分解されたアンモニアガス、すなわち反応種が実質的に基板100上に供給されるので、前述したような遷移金属膜の蝕刻が行われる。

10 【0026】微細グレーンが表面に形成された基板100はベルト600の移動によって第2反応ガス供給部460の下部領域に移動する。第2反応ガス供給部460を通じて基板100上に熱的分解された第2反応ガス、すなわち反応種が供給される。このために第2反応ガス供給部460の周囲に導入された第2反応ガス加熱部550が第2反応ガス供給部460を通過する第2反応ガス、例えば、アセチレンガスのような炭化ガスを加熱する。また、このような炭化ガスにアンモニアガスまたは及び水素ガスをさらに含めた混合ガスを第2反応ガス供給部460を通じて供給しうる。

20 【0027】この際、炭化ガスは500から1100℃程度、望ましくは900℃程度の温度条件で加熱され、実質的に前記第2反応ガス供給部460内で熱的分解される。このような炭化ガスは20から1000SCCM程度の流量で供給しうる。この際、炭化ガスにアンモニアガスまたは及び水素ガスをさらに混合させうる。この場合、炭化ガス：アンモニアガス（または水素ガス）の混合比は1：1、1：2、1：3または1：4である。

30 【0028】熱的分解されたアセチレンガスは、基板100上に形成された遷移金属の微細グレーンの触媒作用によって炭素ナノチューブに合成される。この際、基板100は実質的に基板加熱部700によって500から550℃程度の温度に保たれるので、前記炭素ナノチューブの合成反応が十分に行われる。以降、炭素ナノチューブが合成成長した基板100はベルト600によって移動し、回収部210のロボットアーム270'によって回収される。

40 【0029】前述したような一連の工程は、ベルト600の回転によって大面積の基板100が順次に移動することによって可能となる。また、前述したような本発明の第2実施例による熱化学気相蒸着装置を用いて炭素ナノチューブを合成すれば、実質的に基板100に高温、例えば700℃程度の高温を印加しなくても多数の大面積の基板100上に順次かつ連続的に炭素ナノチューブを合成しうる。すなわち、極めて短時間内に低融点のガラスのような熱に脆弱な基板100上に垂直に整列された炭素ナノチューブを大量合成しうる。

【0030】

50 【発明の効果】したがって、本発明の熱化学気相蒸着装

11

置及びこれを用いた炭素ナノチューブの合成方法によれば、極めて短時間内に基板上に垂直に整列された炭素ナノチューブを大量合成しうる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例による炭素ナノチューブを合成するのに用いられる熱化学気相蒸着装置を示す模式図である。

【図2】本発明の第2実施例による炭素ナノチューブを合成するのに用いられる熱化学気相蒸着装置を示す模式図である。

【符号の説明】

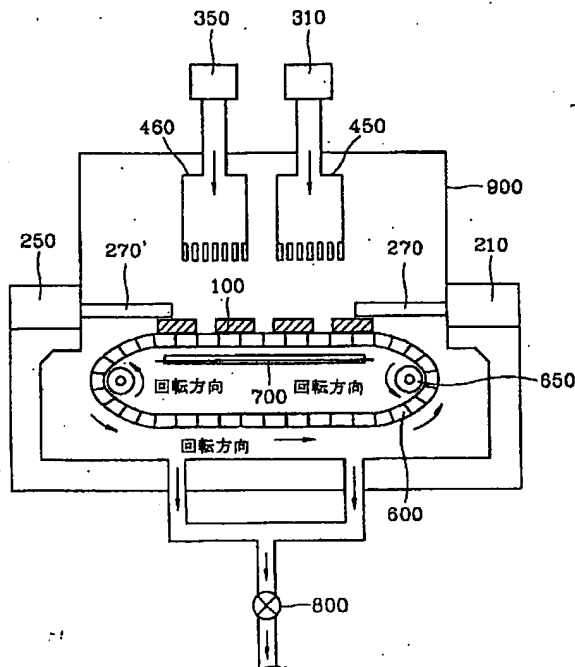
100 基板
210 積載部

12

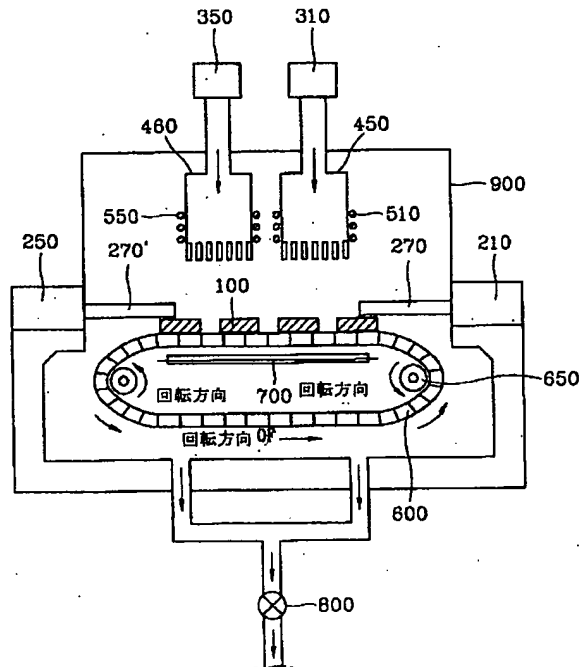
* 250 回収部
270、270' ロボットアーム
310 第1反応ガス容器
350 第2反応ガス容器
450 第1反応ガス供給部
460 第2反応ガス供給部
510 第1反応ガス加熱部
550 第2反応ガス加熱部
600 ベルト
700 基板加熱部
800 ファン
900 チャンバ

*

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 柳 在銀

大韓民国ソウル特別市城北区貞陵1洞1015
番地慶南アパート106棟1001号